


TRANSPARENT CATHODE AND ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE INCLUDING THE SAME

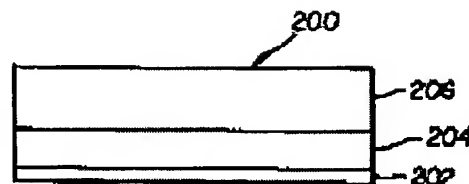
Patent number: JP2001052878
Publication date: 2001-02-23
Inventor: HUNG LIANG-SUN; MADATHIL JOSEPH KURU
Applicant: EASTMAN KODAK CO
Classification:
- **International:** *H05B33/26; H01L51/50; H01L51/52; H05B33/28; H05B33/26; H01L51/50; (IPC1-7): H05B33/26; H05B33/14; H05B33/28*
- **European:** H01L51/52B4
Application number: JP20000244708 20000811
Priority number(s): US19990371814 19990811

Also published as:

 EP1076368 (A)[Report a data error here](#)**Abstract of JP2001052878**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multilayer structure having high permeability and working as an effective electron injection electrode by forming a metal layer on an electron injector, and forming a transparent layer deposited on the metal layer and having a specified refractive index. **SOLUTION:** A transparent electrode (multilayer transparent cathode) 200 has an electron injector 202, a metal layer 204 and a transparent overcoat layer 206 in this order. The transparent overcoat layer 206 has a refractive index at 1.2 or more.

Material for the metal layer 204 is selected among silver, gold, copper and the alloy thereof, and since electrical resistance thereof is small, area resistance of the cathode can be reduced. But, since the metal layer 204 has a high reflectance, the transparent overcoat layer 206 is used so as to reduce the reflectance of the metal layer 204 and so as to improve the permeability of the light passing through the cathode. As a material for the transparent overcoat layer 206, fluoride such as lithium fluoride, oxide such as silicon oxide and selenide such as zinc selenide can be used.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-52878
(P 2 0 0 1 - 5 2 8 7 8 A)
(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001. 2. 23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H05B 33/26		H05B 33/26	Z
33/14		33/14	A
33/28		33/28	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-244708 (P 2000-244708)	(71) 出願人	590000846 イーストマン コダック カンパニー アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ チェスター, ステイト ストリート343
(22) 出願日	平成12年8月11日 (2000. 8. 11)	(72) 発明者	リャンスン フン アメリカ合衆国, ニューヨーク 14580, ウエブスター, トーマス マリア サーク ル 20
(31) 優先権主張番号	0 9 / 3 7 1 8 1 4	(72) 発明者	ジョセフ クル メイダシル アメリカ合衆国, ニューヨーク 14621, ロチェスター, レイセスターシャー ロー ド 164
(32) 優先日	平成11年8月11日 (1999. 8. 11)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬 (外 5 名)
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

(54) 【発明の名称】 透明カソード及びそれを含む有機発光ダイオード

(57) 【要約】

【課題】 有機発光ダイオードにおいて透過性が高く且つ有効な電子注入電極としてはたらく多層構造体を提供する。

【解決手段】 (a) 電子インジェクタ、(b) 前記インジェクタの上にある金属層、及び(c) 前記金属層の上に堆積され、1. 2 以上の屈折率を有する透明層を含んでなる透明カソード。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 電子インジェクタ、

(b) 前記インジェクタの上にある金属層、及び

(c) 前記金属層の上に堆積され、1. 2 以上の屈折率を有する透明層を含んでなる透明カソード。

【請求項 2】 (a) 電気絶縁材料から形成された基体、

(b) 前記基体の上に取り付けられた電導性アノード、

(c) 前記アノード層の上に形成された有機発光構造体、及び

(d) 前記有機発光構造体の上に形成され、そして

(i) 電子インジェクタ

(ii) 前記インジェクタの上にある金属層、及び

(iii) 前記金属層の上にオーバーレイされ、1. 2 以上の屈折率を有する透明層を含む透明カソードを含んでなる表面発光有機発光ダイオード。

【請求項 3】 前記有機発光構造体が、

(a) 前記アノード層の上に形成された有機正孔輸送層、

(b) 前記正孔輸送層の上に形成された有機発光層、及び

(c) 前記発光層の上に形成された有機電子輸送層を含む請求項 2 に記載の表面発光有機発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面発光有機発光ダイオードと共に用いるのに特に有効な透明電子注入電極に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】従来の有機発光ダイオード (OLED) は透明基体、特に、インジウム錫オキシド (ITO) ガラスを有し、それを通して光が放出され、MgAgのような表面電極は通常は不透明である。表面発光OLED構造体は高解像度が望ましい多くのディスプレイ用途においてかなり関心を引いている。そのような表面発光構造体は、Si基体上に作られるアクティブマトリックスOLEDディスプレイに特に必要とされ、このディスプレイはオンチップデータ及びスキンドライバを有し、超高画素解像度 (< マイクロメータ) を可能にするという重要な利点を有する。そのような重要性にもかかわらず、好適な透明上部電極の作製に成功することは少なかった。

【0 0 0 3】G. Gu 等は、MgAg薄層より厚い上に位置するITO フィルムからなる透明上部電極を有するOLED構造体を報告した。Appl. Phys. Lett. 68, 2606 (1996) でのG. Gu, V. Bulovic, P. E. Burrows, S. R. Forrest, 及びM. E. Thompsonによる「透明有機発光素子 (Transparent organic light emitting devices)」を参照されたい。通常のスパッタリングプロセスを用いてITO を堆積すると、得られるOLEDは漏れることが多く、内部電極短絡を示す。さらに、順方向素子電流は熱蒸着された厚いMgAgカソードを有する従来の素子よりも小さい。ITO の場合には、5W の低スパッタリング電力が、過度の短絡を生じないで機能するOLEDを製造するのに必要である

ことが分かった。しかし、スパッタリング速度 (約 0. 3 nm/分) は、使用する低スパッタリング電力のために極めて遅かった。

【0 0 0 4】より最近では、Parthasarathy 等とHung等が、MgAgの代わりに銅フタロシアニン (CuPc) の薄層を、スパッタ堆積したITO フィルムの上に配置した新しい透明上部電極構造を導入した。Appl. Phys. Lett. 72, 21 38 (1998) でのG. Parthasarathy, P. E. Burrows, V. Khalfin, V. G. Kozlov, 及びS. R. Forrest による、

10 「有機半導体素子の金属フリーカソード (A metal-free cathode for organic semiconductor devices)」並びにAppl. Phys. Lett. 74, 3209 (1999) でのL. S. Hung 及びC. W. Tangによる、「有機表面発光ダイオードの調製におけるインターフェース技術 (Interface engineering in preparation of organic surface-emitting diodes)」をそれぞれ参照されたい。このCuPcは、明らかにITO スパッタリングプロセスによって起きる短絡の問題を小さくするバッファとして作用する。しかし、CuPc 層は、Alq 層と共に電子注入バリアを形成し、非放射Cu Pc層中での電子-ホール再結合の増加を生じ、EL効率の実質的な低下を生じる。界面のところの注入バリアを減少させ、素子効率を回復させるためにはCuPc/Alq 界面のところにLiを導入することが必要であった。

【0 0 0 5】OLEDは電磁線に対して非常に高い感受性を有するので、透明上部電極を形成するためにスパッタ堆積したITO フィルムを用いることは、電極調製の複雑さを高めるだけでなく、OLEDに実質的な電磁線損傷を持ち込み、素子短絡とひどい素子性能の劣化を生じる。バッファ層を用いても、この問題を完全に解決するには不十分であり、工場ではこの製法をさらに困難にする。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、OLED において透過性が高く且つ有効な電子注入電極としてはたらく多層構造体を提供することである。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】この目的は、(a) 電子インジェクタ、(b) 前記インジェクタの上にある金属層、及び(c) 前記金属層の上に堆積され、1. 2 以上の屈折率を有する透明層を含んでなる透明カソードによって達成される。

【0 0 0 8】本発明で開示される構造は、1 ポンプダウンでの通常の熱蒸着によって調製できるので、この方法は非常に単純であり、堆積には電磁線損傷は持ち込まれない。効率の良い金属-有機体接触と高い電導性金属層により、低電圧での素子作動が保障される。結果として、この表面発光OLEDは優れた電子特性と光学特性を有し、ほとんど短絡を生じないで容易に製造される。

【0 0 0 9】

【発明の実施の形態】個々の層が非常に薄く、種々の素子の厚みの違いが大きすぎて共通の尺度で表すことがで

きず、都合のよい尺度に合わせられないので、やむを得ず略図に表す。

【0010】本発明の多層カソード及び表面発光OLEDを説明する前に、従来技術の表面発光OLEDの構成の一つを説明する。図に1において、有機発光素子100は、光透過性アノード104を上配置した光透過性基板102を有する。アノード104とカソード110の間に、有機発光構造体120が形成されている。有機発光構造体120は、順に、有機正孔輸送層122、有機発光層124、及び有機電子輸送層126を含む。カソード構造体110は、順に、MgAg薄層112とスパッタ堆積したITO層114を含んでなる。アノード104とカソード110との間に、カソードに対してアノードがより正の電位となるように電位差（示されてない）を印加すると、カソードは電子輸送層126に電子を注入し、正孔がアノード104から正孔輸送層122に注入される。正孔-電子再結合は発光層124内で発生し、光としてエネルギーが放出され、光は光透過性アノード104と基板102を通り、同様にカソード110を通して放出される。不透明基体を用い、高仕事関数金属がアノードとしてはたっている場合は、光は上部カソード110からのみ放出される。

【0011】図2に目を向けると、本発明の多層透明カソード200は、順に、有効な電子注入層202、前記電子インジェクタの上にある電導性半透明金属層204、及び前記金属層の上に配置された透明層206を有する。この透明層は1.2以上の屈折率を有する。

【0012】電子インジェクタ202は、有機電子輸送層の上に4eV未満の仕事関数を有する金属層を堆積することによって作製することができる。電子インジェクタ金属は、アルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属からなる群より選ばれる。アルカリ金属には、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、又はセシウムが含まれる。アルカリ土類金属には、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、又はバリウムが含まれる。希土類金属には、セリウム、ネオジム、サマリウム、ユーロピウム、ガドリニウム、又はテルビウムが含まれる。低仕事関数金属層の厚みは0.2~2.0nmの範囲である。

【0013】電子インジェクタ202は、電子輸送層の上に2層式カソードを堆積することによっても形成することができる。2層式カソードは金属フッ化物又は酸化物の薄い内層と薄いAl外層とからなる。金属フッ化物層は、アルカリフッ化物又はアルカリ土類フッ化物から選択することができる。金属酸化物層は、アルカリ酸化物又はアルカリ土類酸化物から選択することができる。このアルカリフッ化物には、フッ化リチウム、フッ化ナトリウム、フッ化カリウム、フッ化ルビジウム、又はフッ化セシウムが含まれ、アルカリ酸化物には、酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化ルビジウム、

又は酸化セシウムが含まれる。アルカリ土類フッ化物には、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化ストロンチウム、又はフッ化バリウムが含まれ、アルカリ土類酸化物には、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、又は酸化バリウムが含まれる。このフッ化物層又は酸化物層の厚みは0.2~2.0nmの範囲であり、Al層の厚みは、0.2~4.0nmの範囲である。

【0014】電導性半透明金属層204は、銀、金、銅、及びそれらの合金からなる群より選ぶことができる。これらの材料は電気抵抗が小さいので、カソードの面積抵抗を実質的に小さくする。他の金属層の厚みは、連続相を形成し、可視光に対する高透過率を提供するために、5~40nmの範囲となる。

【0015】しかし、この金属層は高反射率であるので、反射率を小さくし、カソードを通る光透過を高めるために、屈折率1.2以上の透明オーバーコート層206を使用する必要がある。コンピュータシミュレーションを使用して2つの構造体を通る光移動を測定した。第1の構造体は電子注入層と20nm厚の銀層とからなる。第2の構造体は、電子注入層、20nm厚銀層、及び55nm酸化マグネシウム層からなる。両方の場合とも、電子注入層は0.3nmのLiF層と0.6nmのAlとから作られている。これら2つの構造体の光学特性を光波長の関数として計算した。

【0016】第1の構造体は高反射率と低透過率を示す。例えば、550nm（緑光に相当する）のところで、第1の構造体はおおよそ60%の反射率と30%の透過率を示す。第1の構造体に酸化マグネシウム層を追加すると光反射率を実質的に低下し、相応して透過率が増加することは興味深い。例えば、550nmのところで、反射率は60%から30%に低下し、相応して透過率は30%から60%に増加する。光透過率の改善は、酸化マグネシウム層を相対的に大きな屈折率の別の材料と置き換えることによって達成できる。

【0017】図3は透明層の屈折率に関して透過率がどのように変わるかを示す。従って、多層カソードを形成するために、1.2以上の屈折率を有するいずれの透明材料も選択することができる。これらの材料をフッ化物、酸化物及びセレン化物からなる群から選択することができる。フッ化物には、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化ストロンチウム、又はフッ化バリウムが含まれる。酸化物には、酸化ケイ素、酸化マグネシウム、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、又は酸化ジルコニウムが含まれる。セレン化物には、セレン化亜鉛又はセレン化イオウが含まれる。

【0018】図3に掲げた無機透明誘電材料の他にも、その材料が意図する波長のところで透明であり、その材料の屈折率が1.2以上である限りは、この材料は有機材料であってもよい。例えば、 α -ナフチルフェニルビ

フェニルジアミン(NPB) 及びトリス-(8-ヒドロキシキノリン) アルミニウム(Alq) が、この用途では好適である。

【0019】図4には、本発明に従って作製される表面発光有機発光ダイオード400が図示されている。ここで、素子400は基体402を有し、その上にアノードが配置されている。有機発光構造体420は、順に、有機正孔輸送層422、有機発光層424、及び有機電子輸送層426を含んでなる。この構造体は、カソード410が電子注入薄層412、半透明金属層414及び少なくとも1.2の屈折率を有する透明層416から形成され、フィルム堆積にスパッタリングが使用されていないので、図1の従来技術とは区別される。

【0020】アノード404とカソード410の間に、カソードに対してアノードがより正の電位となるように電位差(示されてない)を印加すると、カソード410は電子輸送層426に電子を注入し、正孔がアノード404から正孔輸送層122に注入される。正孔-電子再結合は発光層424内で発生し、光としてエネルギーが放出され、光は光透過性アノード404と基体402を通り、同様にカソード410を通して放出される。不透明基体を用い、高仕事関数金属がアノードとしてはたっている場合は、光は上部カソード410からのみ放出される。

【0021】基体402は電氣的に絶縁されており、光透過性であっても不透明であってもよい。底面と上部面の両方を通してEL放出を目で見るためには、光透過性が望ましい。EL放出を上部電極を通して見る用途の場合、支持体の透過性は重要ではないので、不透明な半導体及びセラミックウェーハのようないずれの適当な基体も用いることができる。

【0022】基体402はガラス及びプラスチックフィルムからなる群より選ばれる透過性基体となることができる。それは、Si、Ge、GaAs、GaP、GaN、GaSb、InAs、InP、InSb、及びAl、Ga_xAs_{1-x}、As(ここで、xは0~1である)からなる群より選ばれる単結晶半導体基体のような不透明基体となることができる。基体402は、ドーブされていないか、少しドーブされているか、又は大量にドーブされてるかのいずれでもよい。基体402は、露出したままでも、又は酸化ケイ素又は窒化ケイ素等の誘電物質の層で被覆されていても、いずれであってもよい。いくつかの用途では、半導体の一部をエレクトロルミネッセント素子の基体として用いることができ、残りの半導体ウェーハをドライバ、スイッチャ、又は他の電子素子を形成するために処理することができる。

【0023】アノード404は電導性透明性層から形成される。基体と上部電極を通してEL放出を目で見るためには、層404は光透過性が望ましい。EL放出を上部電極を通して見る用途の場合、層404の透過性は重要ではないので、4.2eVより大きな仕事関数を有する金

属又は金属化合物のようないずれの適当な材料も用いることができる。この金属には、金、イリジウム、モリブデン、パラジウム、又はプラチナが含まれる。電導性透明層は、金属酸化物、窒化物(例えば、窒化ガリウム)、セレン化物(例えば、セレン化亜鉛)、及び硫化物(例えば、硫化亜鉛)からなる群より選ばれる。好適な金属酸化物には、インジウム-錫オキシド、アルミニウムドーブ又はインジウムドーブ酸化亜鉛、酸化スズ、マグネシウム-インジウムオキシド、ニッケルタングステンオキシド、又はカドミウム-錫オキシドが含まれる。

【0024】有機EL素子の正孔輸送層422は、少なくとも1種の正孔輸送芳香族第三級アミンを含有する。ここで、芳香族第三級アミンとは、炭素原子(少なくとも1つは芳香環の一員である)にだけ結合された少なくとも1つの三価の窒素原子を含む化合物である。一つの形態では、この芳香族第三級アミンは、アリアルアミン(例えば、モノアリアルアミン、ジアリアルアミン、トリアリアルアミン又はポリアリアルアミンとなることができる。典型的なモノマートリアリアルアミンは、Klupfel等の米国特許第3,180,730号明細書に具体的に記載されている。他の好適な、ビニルもしくはビニル基で置換された第三級アミン類及び/又は少なくとも1つの活性水素含有基を有する第三級アミン類が、Brantley等の米国特許第3,567,450号及び同3,658,520号明細書に記載されている。

【0025】有機EL素子のルミネッセント層424にはルミネッセント材料又は蛍光材料が含まれ、ここで電界ルミネッセンスが、この領域の電子-正孔組の再結合の結果として生成される。最も簡単な構成では、ルミネッセント層は高蛍光効率の単一成分(即ち、純粋材料)を含んでなる。周知の材料は、トリス(8-キノリナト)アルミニウム(Alq)であり、これは優れた緑電界ルミネッセンスを生じる。ルミネッセント層の好ましい態様は、1種以上の蛍光色素成分がドーブされたホスト材料からなる複合構成材料を含んでなる。この方法を用いると、非常に効率のよいEL素子を構成することができる。同時に、通常のホスト材料に異なる放出波長の蛍光色素を用いることによってこのEL素子の色を調整することができる。Tang等の米国特許第4,769,292号明細書には、ホスト材料としてAlqを用いるEL素子の場合の、このドーバントスキームがかなり詳細に記載されている。

【0026】本発明の有機EL素子の電子輸送層426を形成するのに用いる好ましい材料は、オキシシそれ自体のキレート(一般的に、8-キノリノールもしくは8-ヒドロキシキノリンともいう)を含む金属キレート化オキシノイド化合物である。このような化合物は、両方とも高レベルの性能を示し、そして容易に薄層形態に形成できる。

【0027】本発明の多層透明カソードは、他のエレク

トルロミネッセント素子においても適用できる。一つの可能性のある用途は高分子発光ダイオードにそのような構造体を用いることである。

【 0 0 2 8 】

【実施例】本発明をさらに理解するために以下の例を提供する。簡潔にするために、材料及びそれから形成される層を次のように略して表す。

ITO : インジウムスズ酸化物 (アノード)

NPB : 4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (正孔輸送層)

Alq : トリス (8 - キノリノラト - N1, 0 8) - アルミニウム (電子輸送層 ; ここでは組合せた発光層と電子輸送層として機能する)

MgAg : 容積比 1 0 : 1 のマグネシウム : 銀 (カソード)

MgO : 酸化マグネシウム (光反射を小さくするために Ag の上に堆積される)

Ag : 銀 (カソードの面積抵抗を小さくするために Al の上に堆積される)

Al : アルミニウム (LiF の上に堆積される)

LiF : フッ化リチウム (電子輸送層の上に堆積され、Al と合わせて電子インジェクタを形成する)

【 0 0 2 9 】有機発光構造体の調製

有機発光構造体を次のように構築した。

a) ITO コートガラスの光透過性アノードを市販の洗剤で超音波洗浄し、脱イオン水内ですすぎ、トルエン蒸気中で脱脂して、強酸化剤に接触させた ;

b) 7 5 nm 厚の NPB 正孔輸送層を、通常の熱蒸着によって ITO - ガラス上に蒸着した ; そして

c) 7 5 nm 厚の Alq 電子輸送層かつ発光層を、通常の熱蒸着によって NPB 層上に蒸着した。

上記構造体は以下の各例の基本構成としてはたらし、ITO / NPB (75) / Alq (75) と略記する。

【 0 0 3 0 】例 A

有機発光素子を次のように構築した : MgAg カソードを通常の熱蒸着によって 2 つのソース (Mg と Ag) から前記基本構成の Alq (75) 層上に厚みが約 2 0 0 nm となるまで蒸着し、不透明上部電極を有する対照素子を作製した。

【 0 0 3 1 】例 B

有機発光素子を次のように構築した : MgAg カソードを通常の熱蒸着によって 2 つのソース (Mg と Ag) から前記基本構成の Alq (75) 層上に厚みが約 1 0 nm となるまで蒸着し、その後高周波スパッタリングによって ITO 層をこの薄い MgAg バッファ層の上にオーバーレイして、従来技術の素子を作製した。

【 0 0 3 2 】例 C

有機発光素子を次のように構築した : Ag 層を通常の熱蒸着によって前記基本構成の Alq 層上に厚みが 2 0 nm となるまで蒸着し、その後 MgO 層をこの Ag 層の上に厚みが 5 6 nm となるまで蒸着した。

【 0 0 3 3 】例 D

有機発光素子を次のように構築した : LiF 層を通常の熱蒸着によって前記基本構成の Alq 層上に厚みが 0. 3 nm となるまで蒸着し、厚みが 0. 6 nm の Al 層をこの LiF 層の上に蒸着し、その後 MgO 層をこの Al 層の上に厚みが 5 6 nm となるまで蒸着した。

【 0 0 3 4 】例 E

有機発光素子を次のように構築した : LiF 層を通常の熱蒸着によって前記基本構成の Alq 層上に厚みが 0. 3 nm となるまで蒸着し、厚みが 0. 6 nm の Al 層をこの LiF 層の上に蒸着し、その後 Ag 層をこの LiF 層の上に厚みが 2 0 nm となるまで蒸着した。

【 0 0 3 5 】例 F

有機発光素子を次のように構築した : LiF 層を通常の熱蒸着によって前記基本構成の Alq 層上に厚みが 0. 3 nm となるまで蒸着し、厚みが 0. 6 nm の Al 層をこの LiF 層の上に蒸着し、厚みが 2 0 nm の Ag 層をこの LiF 層の上に蒸着し、その後 MgO 層を厚みが 5 6 nm になるまでこの Ag 層の上に蒸着した。

【 0 0 3 6 】例 G

有機発光素子を次のように構築した : LiF 層を通常の熱蒸着によって前記基本構成の Alq 層上に厚みが 0. 3 nm となるまで蒸着し、厚みが 0. 6 nm の Al 層をこの LiF 層の上に蒸着し、厚みが 2 0 nm の Ag 層をこの LiF 層の上に蒸着し、その後 Alq 層を厚みが 1 0 0 nm になるまでこの Ag 層の上に蒸着した。

【 0 0 3 7 】例 B では電気短絡が普通に観察されたが、例 F 及び G では電極間短絡は観察されなかった。これらの短絡が ITO のスパッタリング堆積時の電磁線損傷によって起きたことは明らかである。アノードとカソードの間に、アノードがカソードに対して正となるように駆動電圧を印加して、各素子を試験した。その後、電流と駆動電圧の関係と電流とルミネッセンスの関係を測定し、図 5 ~ 8 に示す。

【 0 0 3 8 】図 5 と 6 を見ると、本発明の表面発光 OLED は、明らかに従来技術よりも良好な電気特性と光学特性を示す。例えば、電流密度 1 0 0 mA / cm² に到達するのに必要な電圧は例 F と B の素子の場合、それぞれ 8. 5 V と 1 2. 2 V である。さらに、1 0 0 mA / cm² のところで ITO - ガラスの上に反射コーティング層を備えた上部電極から放出される光の輝度は、例 F と B の素子の場合、それぞれ 2 6 4 0 cd / m² と 1 8 4 0 cd / m² である。

【 0 0 3 9 】図 7 と 8 では、例 F、C、D 及び E から得られた結果を示す。本発明の表面発光 OLED の電気特性及び光学特性は、両方とも明らかに Ag / MgO、LiF / Al / MgO、又は LiF / Al / Ag の異なるカソード構成を有する素子で測定されたものよりも非常に良好である。例 C の素子は、例 F の素子よりも非常に高い動作電圧を必要とし、電子インジェクタとして使用した高仕事関数材料 Ag のために、非常に低いエレクトロルミネッセンス効率

を示す。例Dの場合、電流輸送がブロックされる高抵抗カソードのために、動作電圧20Vまで電流も輝度も検出されなかった。例Eの電流-電圧曲線は例Fと同じであったが、そのエレクトロルミネッセンス効率は、カソード構造体の高反射率のために例Fの素子の測定値の約60～70%であった。

【0040】例Gの素子から得られた結果は、例Fの素子の結果と非常に似ている。従って、透明オーバーコート層を無機材料と有機材料の両方から選択できることを示している。

【図面の簡単な説明】

【図1】光が薄いMgAgカソードとITO外層とを通して放出される従来技術の有機表面発光素子の概略図である。

【図2】本発明の多層透明カソードの概略図である。

【図3】上部層の屈折率の関数として多層カソードの計算透過率を示す図である。

【図4】本発明の表面発光有機発光ダイオードの概略図である。

【図5】本発明と従来技術の表面発光有機発光ダイオードの電気特性を表した図である。

【図6】本発明と従来技術の表面発光有機発光ダイオード

の光学特性を表した図である。

【図7】本発明及び比較用の表面発光有機発光ダイオードの電気特性を表した図である。

【図8】本発明及び比較用の表面発光有機発光ダイオードの光学特性を表した図である。

【符号の説明】

100…表面発光有機発光ダイオード

102…基体

104…アノード

110…カソード

112…MgAg

114…ITO

120…有機発光構造体

122…正孔輸送層

124…発光層

126…電子輸送層

200…透明電極

202…電子インジェクタ

204…金属層

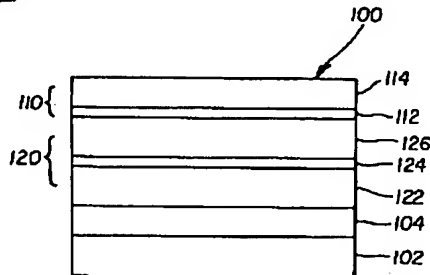
206…透明オーバーコート層

400…表面発光有機発光ダイオード

410…金属層

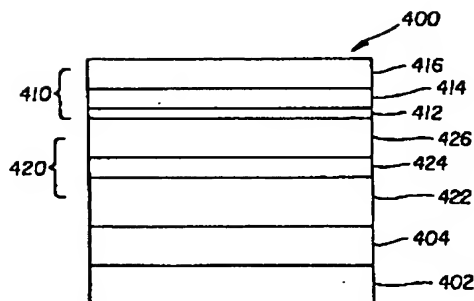
【図1】

図 1



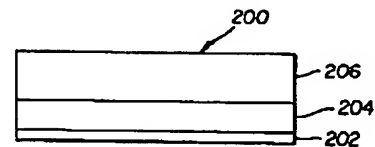
【図4】

図 4



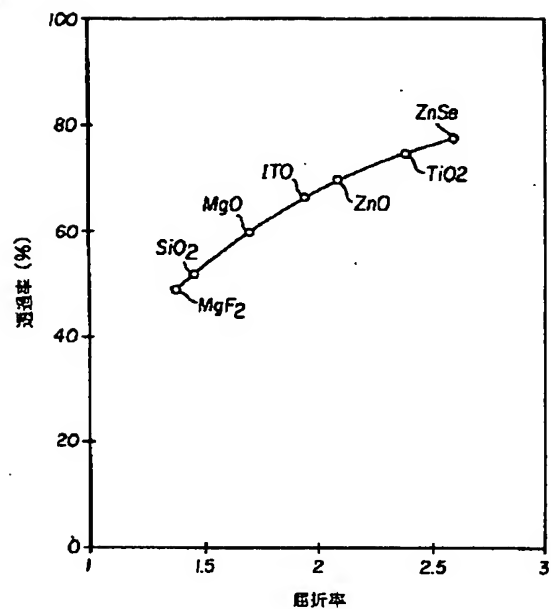
【図2】

図 2



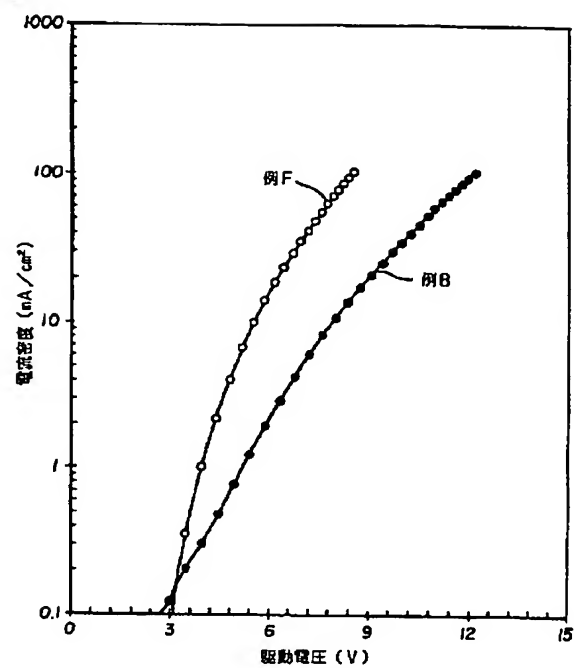
【図3】

図 3



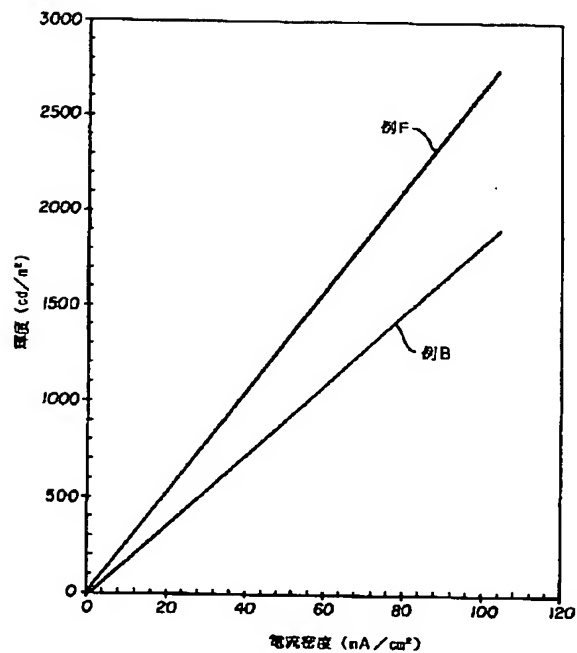
【図5】

図 5



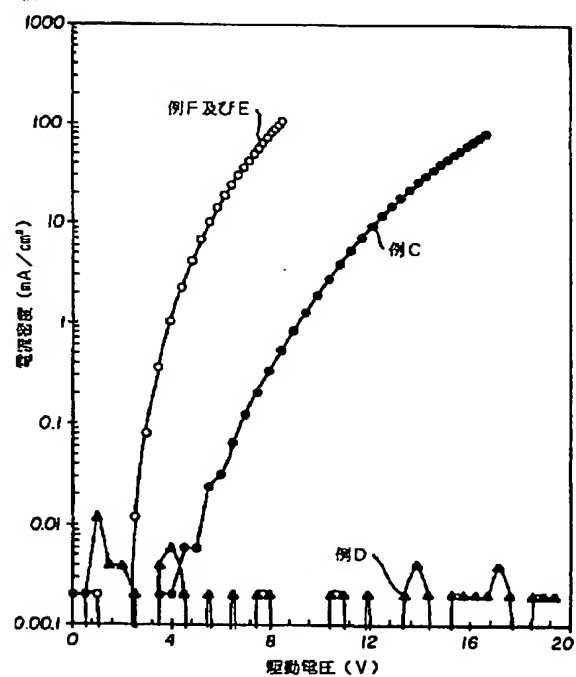
【図6】

図 6



【図7】

図 7



【図 8】

